

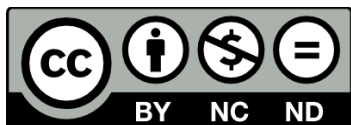


ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ Ι

Ενότητα 5: Ενισχυτές με FET

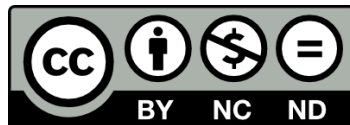
Χατζόπουλος Αλκιβιάδης

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχ. Υπολογιστών



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σχεδιασμός ενοτήτων:

- 1. Ημιαγωγική δίοδος
- 2. Ένωση pn
- 3. Τρανζίστορ FET
- 4. Πόλωση των FET - Ισοδύναμα κυκλώματα
- 5. **Ενισχυτές με FET**
- 6. Διπολικό τρανζίστορ (BJT)
- 7. Πόλωση των BJT - Ισοδύναμα κυκλώματα
- 8. Ενισχυτές με διπολικά τρανζίστορ
- 9. Ενισχυτές με ενεργό φορτίο
- 10. Κατασκευή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων



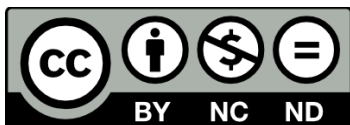


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



ΕΝΙΣΧΥΤΕΣ ΜΕ FET



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

1. Εισαγωγή – γενικοί ορισμοί (διαφ. 7- 11)
2. Ενισχυτής κοινής πηγής (διαφ. 12- 14)
3. Ενισχυτής κοινής πύλης (διαφ. 15- 16)
4. Ενισχυτής κοινής εκροής (διαφ. 17- 18)

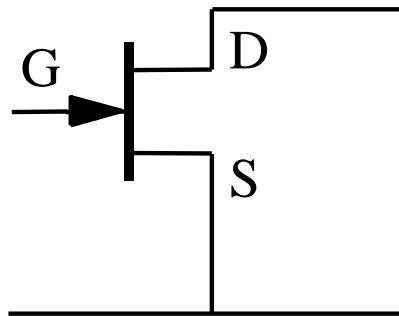


Τύποι ενισχυτικών βαθμίδων

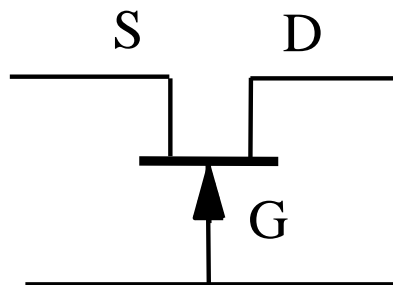
Ενισχυτής κοινής πηγής.

Ενισχυτής κοινής πύλης.

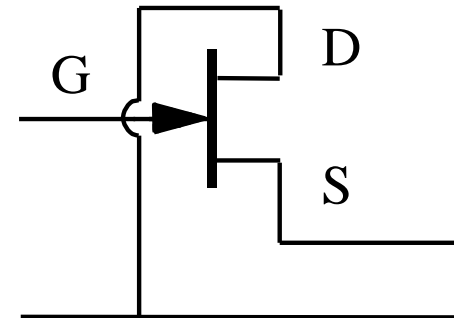
Ενισχυτής κοινής εκροής.



κοινής πηγής



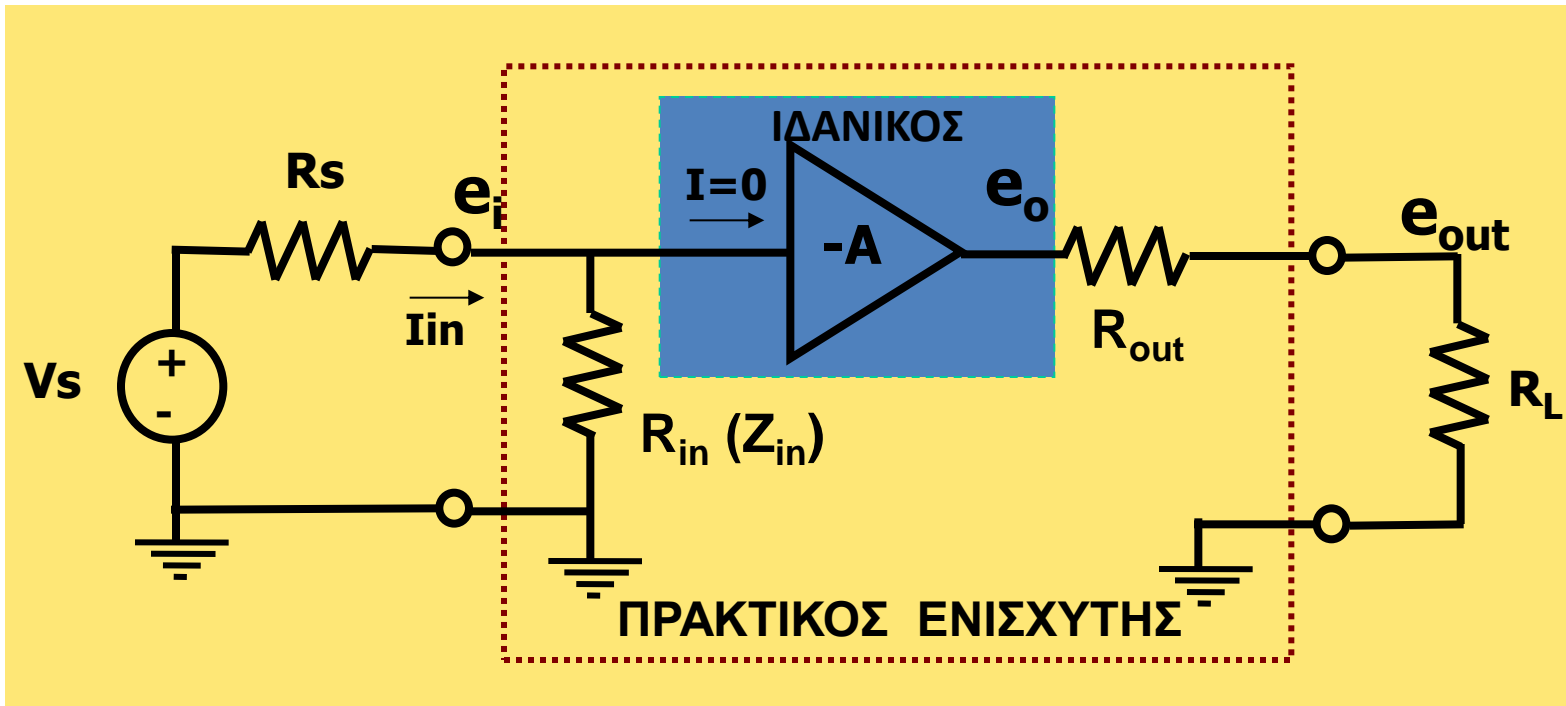
κοινής πύλης



κοινής εκροής



Ιδανικός και πρακτικός ενισχυτής (1/3)



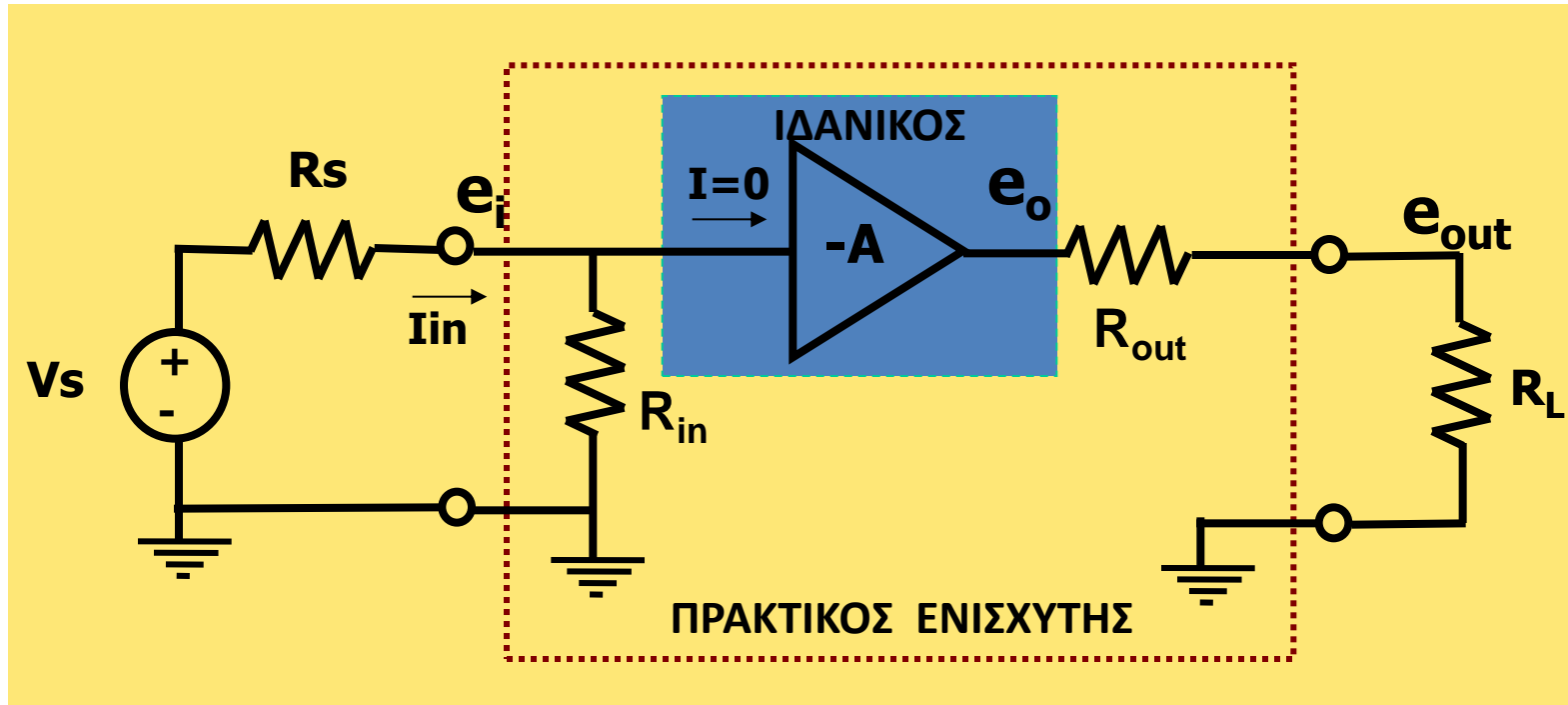
ΙΔΑΝΙΚΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ:

Αντίσταση εισόδου: $r_{in} = \infty$

Αντίσταση εξόδου: $r_{out} = 0$

Κέρδος τάσης (ενίσχυση): $A = -e_o / e_i$

Ιδανικός και πρακτικός ενισχυτής (2/3)



ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ:

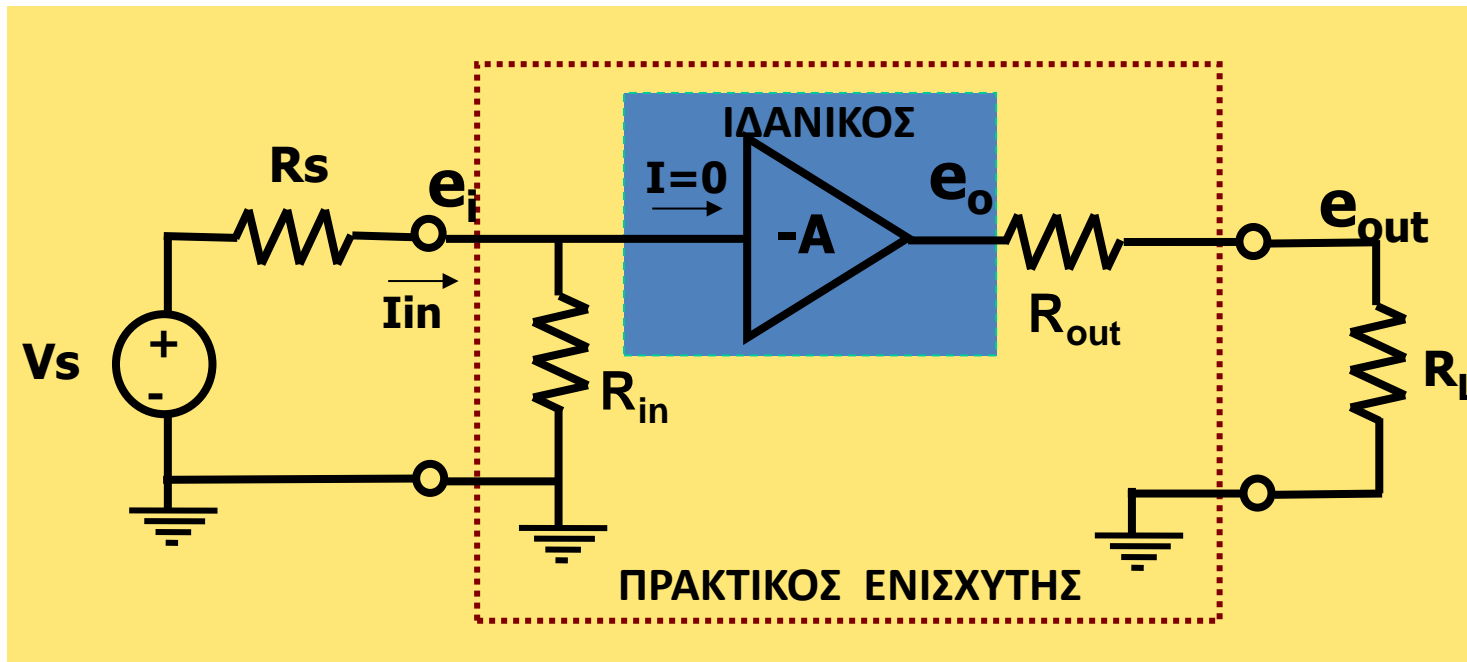
Αντίσταση εισόδου: $R_{in} = e_i / I_{in}$

Αντίσταση εξόδου: R_{out}

Κέρδος τάσης (ενίσχυση): $A_u = e_{out} / V_s$



Ιδανικός και πρακτικός ενισχυτής (3/3)



ΠΡΑΚΤΙΚΟΣ ΕΝΙΣΧΥΤΗΣ:

$$e_i = V_S R_{in} / (R_{in} + R_S)$$

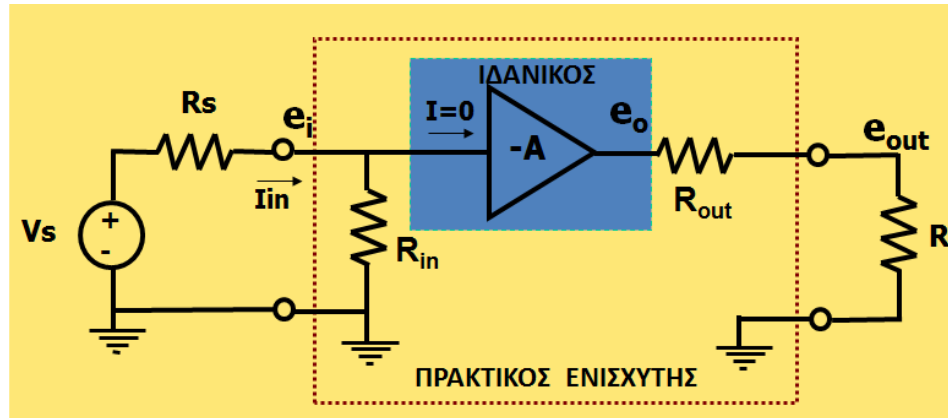
$$e_{out} = e_o R_L / (R_L + R_{out})$$

Ενίσχυση:

$$A_u = e_{out} / V_S = -A \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S} \frac{R_L}{R_L + R_{out}}$$



Ενισχυτές στις μέσες συχνότητες



$$A_u = e_{out} / V_s = -A \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s} \frac{R_L}{R_L + R_{out}}$$

Μέγιστη μεταφορά σήματος: $R_{in} \gg R_s$

$$P_{in} = I_{in}^2 R_{in} = [V_s / (R_s + R_{in})]^2 R_{in}$$

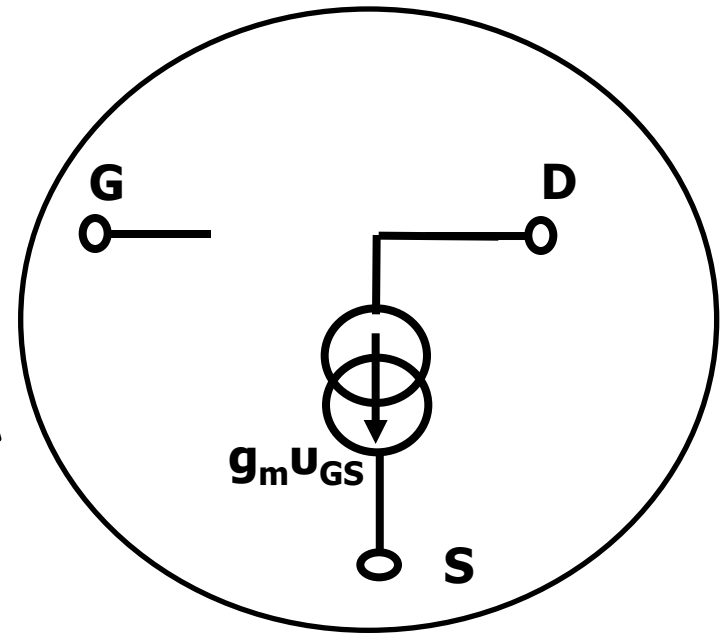
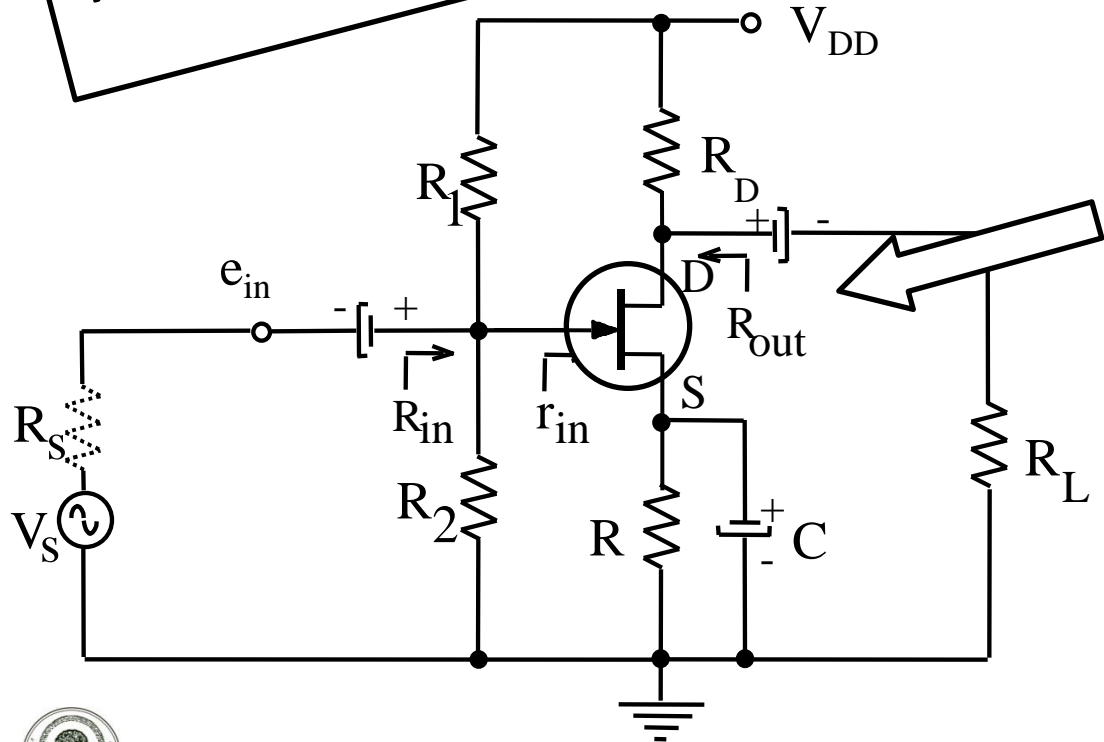
$$dP_{in} / dR_{in} = 0 \Rightarrow R_{in} = R_s$$

Μέγιστη μεταφορά ισχύος: $R_{in} = R_s$

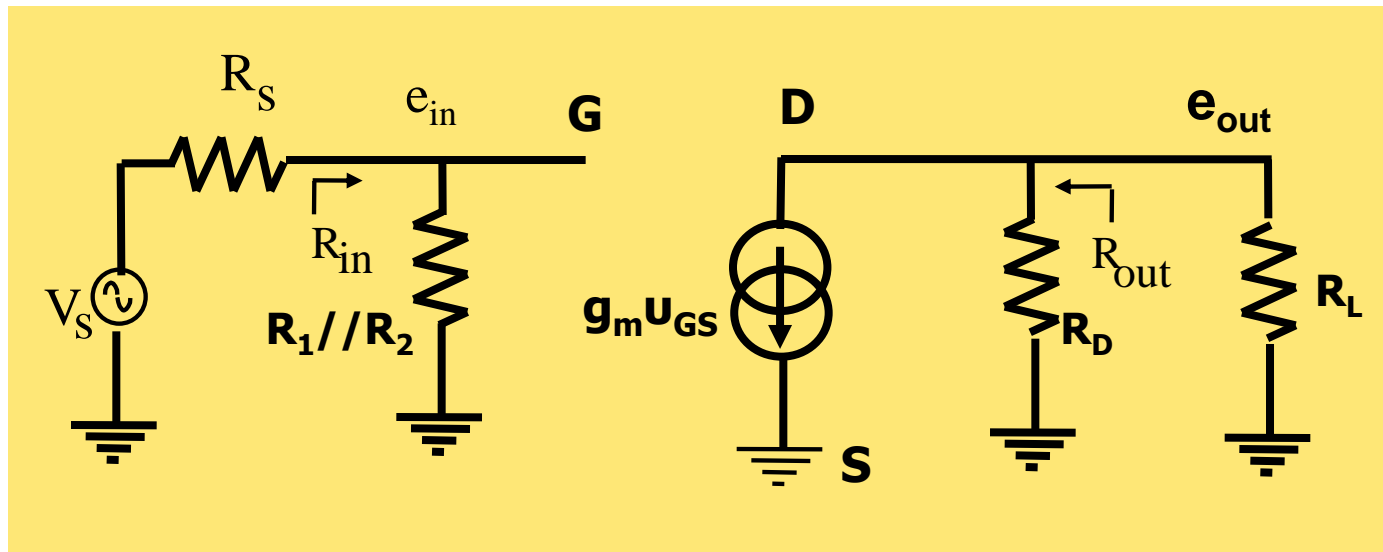


Ανάλυση ενισχυτή κοινής πηγής με το υβριδικό - π ισοδύναμο (1/3)

ΦΕΤ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΦΡΑΓΗ



Ανάλυση ενισχυτή κοινής πηγής με το υβριδικό - π ισοδύναμο (2/3)



$$R_{in} = R_1 // R_2 = R_B$$

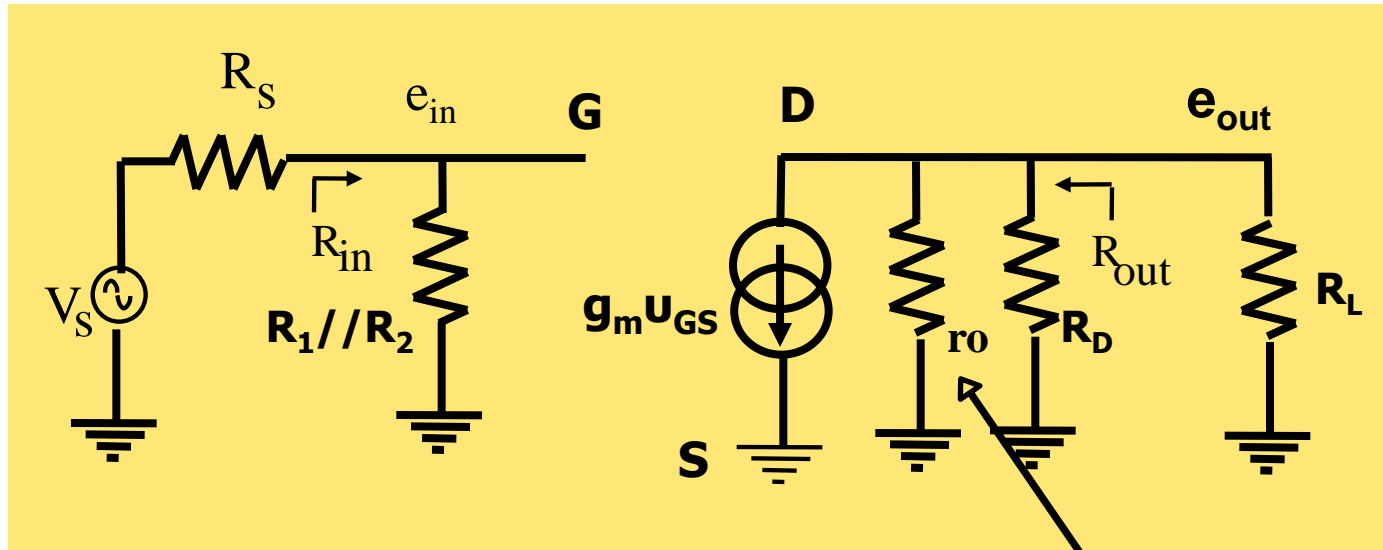
$$R_{out} = R_D$$

$$A_u = e_{out} / v_s, \quad e_{out} = -g_m U_{GS} (R_D // R_L), \quad e_{in} = v_s R_{in} / (R_{in} + R_S)$$

$$A_u = \underbrace{-g_m R_D}_A \cdot \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S} \cdot \frac{R_L}{R_L + R_D}$$



Ανάλυση ενισχυτή κοινής πηγής με το υβριδικό - π ισοδύναμο (3/3)



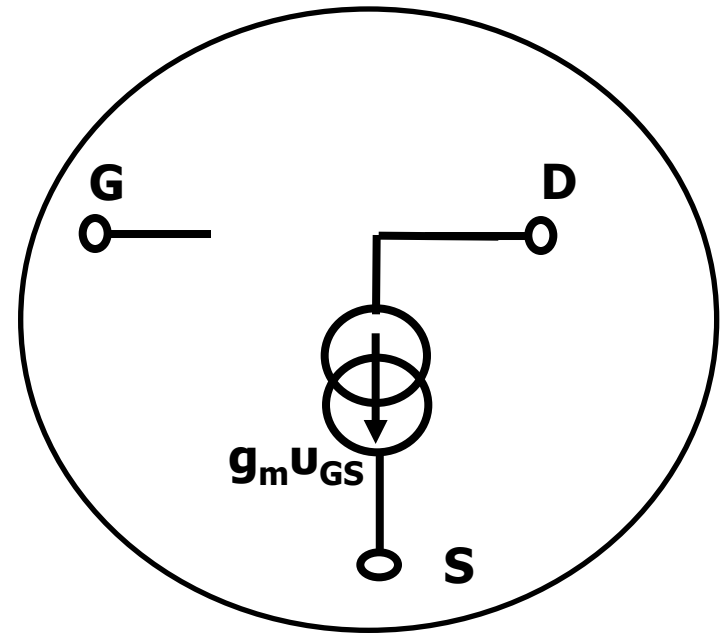
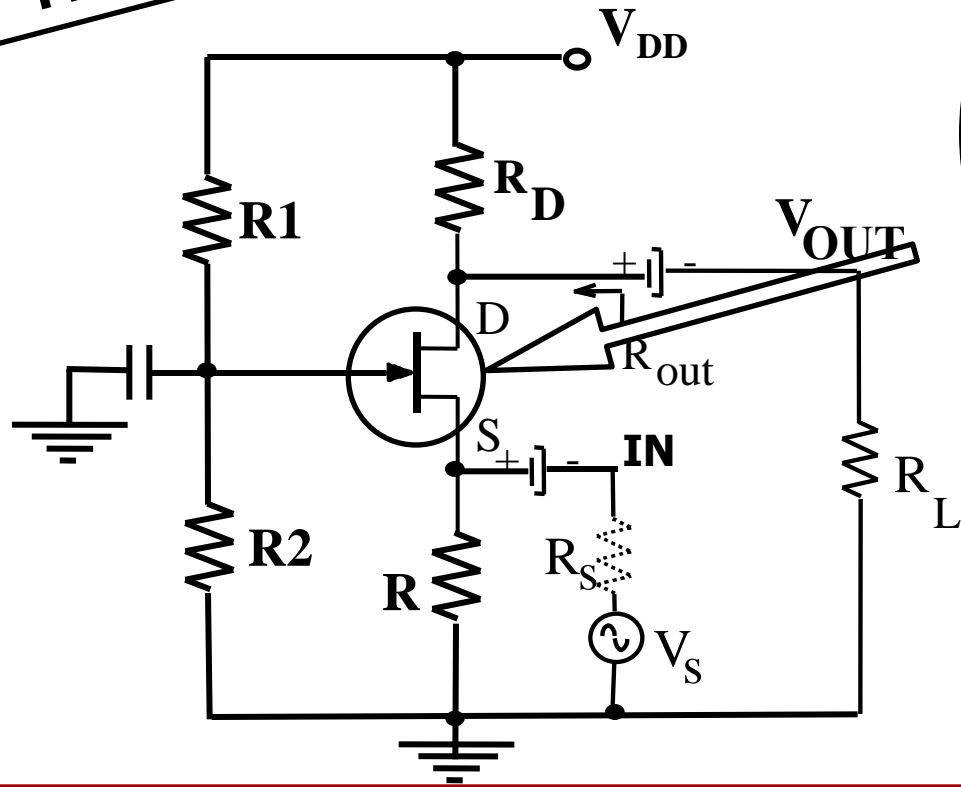
$$R_{out} = r_o // R_D$$

$$A_u = -g_m (r_o // R_D // R_L) \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S}$$

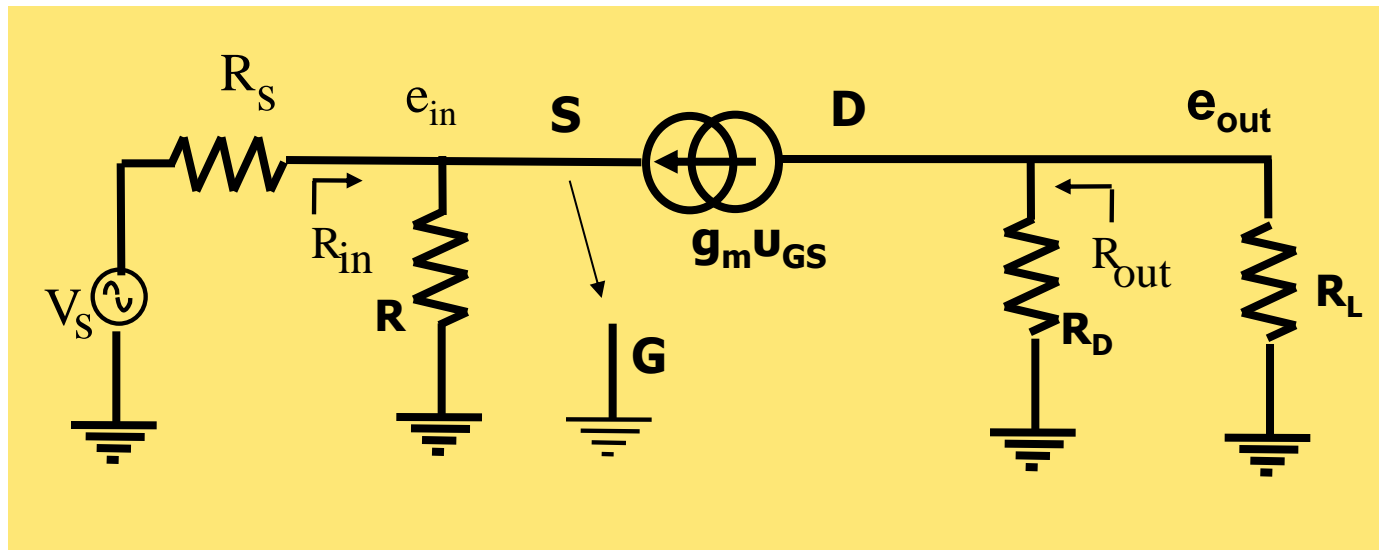


Ανάλυση ενισχυτή κοινής πύλης με το υβριδικό - π ισοδύναμο (1/2)

ΦΕΤ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΦΡΑΓΗ



Ανάλυση ενισχυτή κοινής πύλης με το υβριδικό - π ισοδύναμο (2/2)



$$R_{in} = R // (1/g_m)$$

$$R_{out} = R_D$$

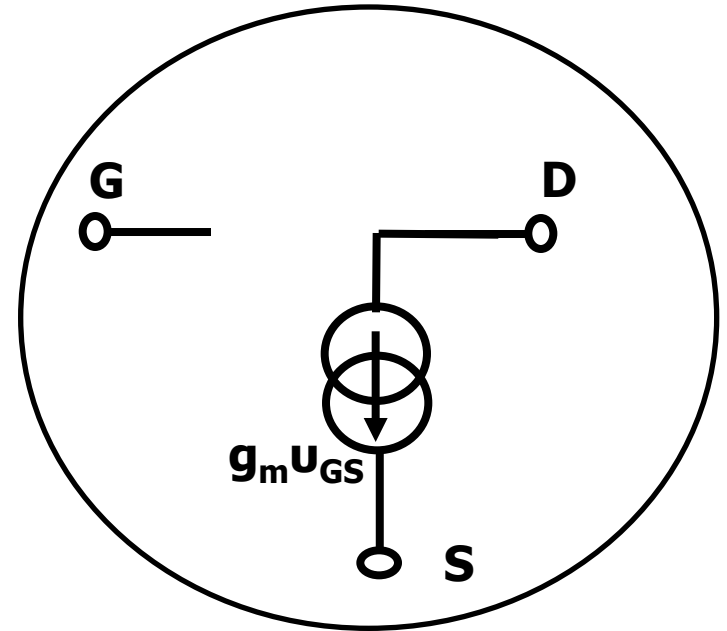
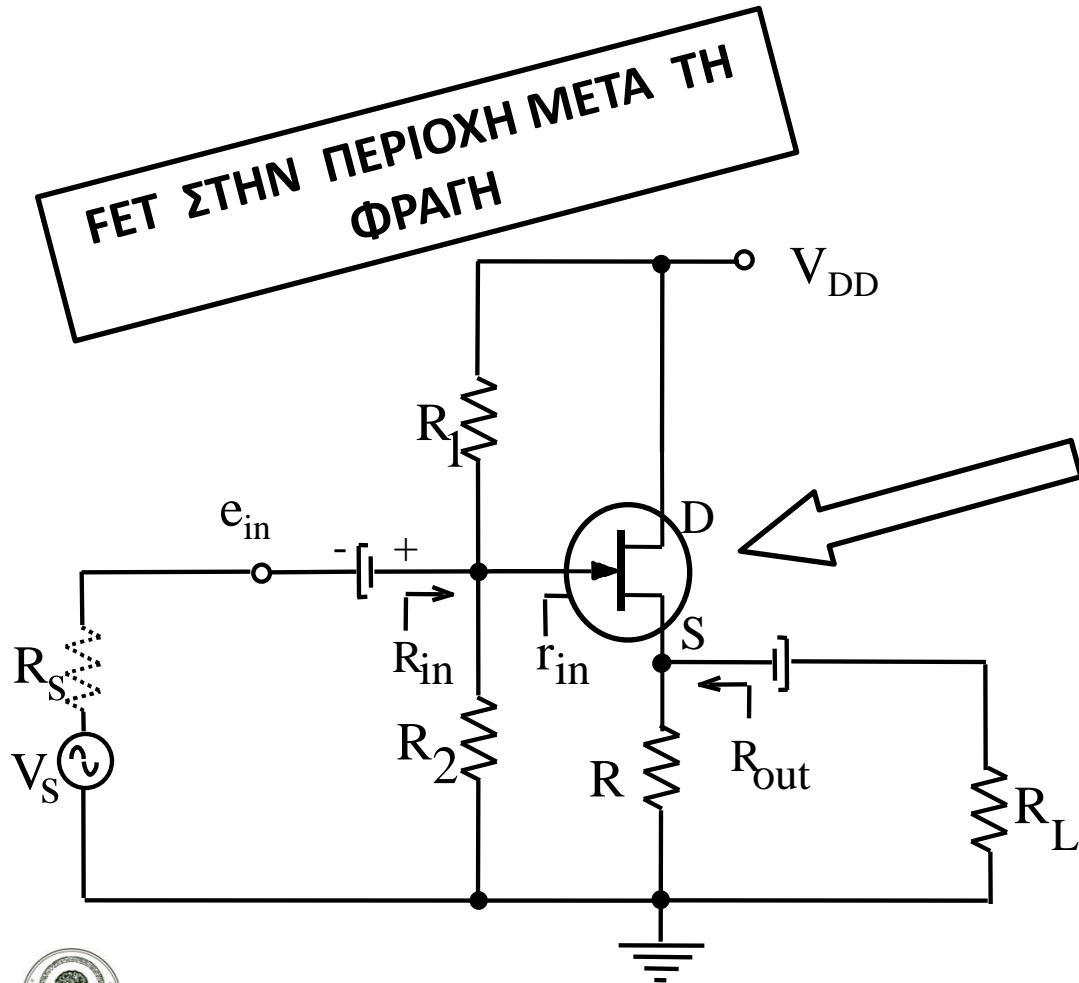
$$A_u = e_{out} / V_S, \quad e_{out} = -g_m u_{GS} (R_D // R_L), \quad e_{in} = V_S R_{in} / (R_{in} + R_S)$$

$$A_u = \underbrace{g_m R_D}_A \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S} \frac{R_L}{R_L + R_D}$$

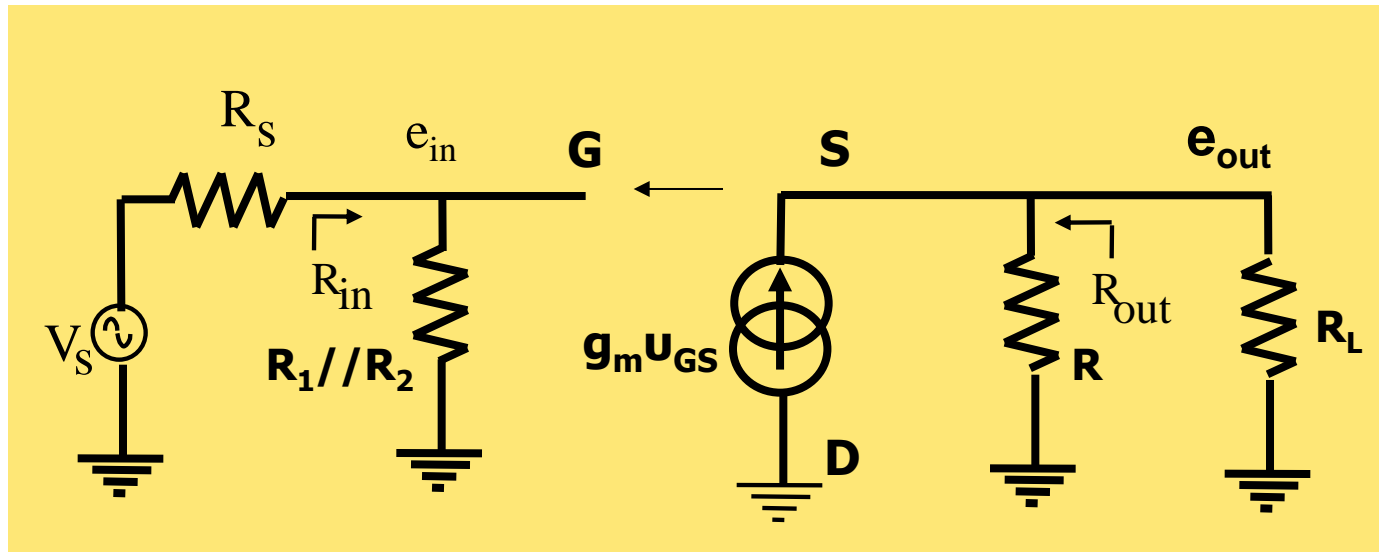


Ανάλυση ενισχυτή κοινής εκροής με το υβριδικό - π ισοδύναμο (1/2)

ΦΕΤ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΤΑ ΤΗ ΦΡΑΓΗ



Ανάλυση ενισχυτή κοινής εκροής με το υβριδικό - π ισοδύναμο (2/2)



$$R_{in} = R_1 // R_2 = R_B$$

$$R_{out} = R // (1/g_m)$$

$$A_u = e_{out} / V_S,$$

$$e_{out} = g_m u_{GS} (R // R_L),$$

$$e_{in} = V_S R_{in} / (R_{in} + R_S)$$

$$A_u = \frac{g_m (R // R_L)}{1 + g_m (R // R_L)} \frac{R_{in}}{R_{in} + R_S}$$

$A \approx 1$ $(A < 1)$



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Χατζόπουλος Αλκιβιάδης. «ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ Ι, Ενισχυτές με FET ». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
http://opencourses.auth.gr/eclass_courses.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

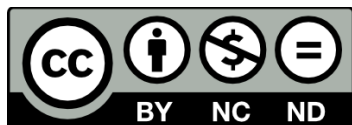
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Σβάρνα Κωνσταντίνα
Θεσσαλονίκη, χειμερινό εξάμηνο 2014-2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ